

**CAPTURA DE HUELLA DIGITAL MEDIANTE LECTOR DE HUELLA
COMERCIAL PARA EL SISTEMA DE SEGUIMIENTO ACADÉMICO DE
DOCENTES EN LA UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA SEDE LORICA**



**OSCAR LUIS FAJARDO VELEZ
JACKIER DAVID BUELVAS JULIO**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
LORICA- CÓRDOBA
2020**

**CAPTURA DE HUELLA DIGITAL MEDIANTE LECTOR DE HUELLA
COMERCIAL PARA EL SISTEMA DE SEGUIMIENTO ACADÉMICO DE
DOCENTES EN LA UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA SEDE LORICA**

**OSCAR LUIS FAJARDO VELEZ
JACKIER DAVID BUELVAS JULIO**

**Trabajo de grado presentada, en la modalidad de proyecto de investigación, como
parte de los requisitos para optar al Título de ingeniero en sistemas y
Telecomunicaciones.**

**Director (s):
M.Sc. MILTON HERNANDEZ ZAKZUK**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
LORICA- CÓRDOBA
2020**

La responsabilidad ética, legal y científica de las ideas, conceptos y resultados del proyecto, serán responsabilidad de los autores.

Artículo 61, acuerdo N° 093 del 26 de noviembre de 2002 del consejo superior.

Nota de aceptación

Firma del jurado

Firma del jurado

Los autores expresan su agradecimientos especial a:

Dios por bendecirlos y guiarlos siempre

Agradecimientos:

A Sus padres y hermanos que a lo largo de sus vidas han estado siempre presentes apoyándolos para lograr obtener y alcanzar sus metas.

A Milton Hernández Zakzuk, Mario Macea y Samir Castaño por sus valiosos aportes y apoyo continuo en la elaboración de este proyecto de investigación.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	11
INTRODUCCIÓN	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1. Descripción del problema.	14
2. JUSTIFICACIÓN.	16
3. OBJETIVOS.....	18
3.1. General:	18
3.2. Específicos:	18
4. ALCANCE DEL PROYECTO.	19
5. ANTECEDENTES.	20
6. MARCO REFERENCIAL.	23
6.1. Marco teórico.	23
6.2. Marco conceptual.....	28
6.3. Marco legal.	30
7. DISEÑO METODOLOGICO.....	32
8. ANALISIS DE ELEMENTOS HARDWARE.....	35
9. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA	36
9.1. Recursos técnicos.	36
10. ANALISIS DE REQUERIMIENTOS.	38
10.1. Requerimientos funcionales.	38

10.2.	Requerimientos no funcionales.....	39
11.	CASOS DE USO.....	40
11.1.	Caso de uso registro huella.	40
11.2.	Caso de uso toma de asistencia.	41
12.	DIAGRAMAS DE SECUENCIA.	42
12.1.	Registro de huella.....	42
13.	INTEGRACION DE SISTEMAS.....	45
13.1.	Diagrama de clases.	45
14.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	48
15.	CONCLUSIONES.....	54
16.	RECOMENDACIONES.....	55
17.	BIBLIOGRAFÍA.....	56
	ANEXOS	58

LISTA DE ILUSTRACIONES.

ILUSTRACIÓN 1. CRESTAS Y VALLES DE UNA HUELLA DACTILAR	25
ILUSTRACIÓN 2. COMPOSICIÓN DE LA HUELLA DACTILAR	26
ILUSTRACIÓN 3. CASO DE USO REGISTRO HUELLA	40
ILUSTRACIÓN 4. CASO DE USO TOMA DE ASISTENCIA.....	41
ILUSTRACIÓN 5. DIAGRAMA DE SECUENCIA REGISTRO HUELLA.....	43
ILUSTRACIÓN 6. DIAGRAMA DE SECUENCIA TOMA ASISTENCIA.....	44
ILUSTRACIÓN 7. DIAGRAMA DE CLASES	45
ILUSTRACIÓN 8. INICIO	49
ILUSTRACIÓN 9. SECCIÓN LECTOR.....	50
ILUSTRACIÓN 10. SECCIÓN LECTOR MENAJE.....	51
ILUSTRACIÓN 11. SECCIÓN LECTOR REGISTRO DE HUELLA	52
ILUSTRACIÓN 12. SECCIÓN ASISTENCIA	53

LISTA DE TABLAS.

TABLA 1. RECOMENDACIONES DE UIT-T X APLICADAS A SISTEMAS BIOMÉTRICOS	30
TABLA 2. RECOMENDACIONES DE UIT-T X APLICADAS A SISTEMAS BIOMÉTRICOS	31
TABLA 3. TABLA COMPARATIVA DE SCANNER DE HUELLA DIGITALES	35
TABLA 4. RECURSOS TÉCNICOS SOFTWARE.....	36
TABLA 5. RECURSOS FÍSICOS HARDWARE	37
TABLA 6. REGISTRO DE HUELLA	38
TABLA 7. CASO DE USO REGISTRO HUELLA	40
TABLA 8. CASO DE USO TOMA DE ASISTENCIA.....	42

LISTA DE ANEXOS.

ANEXO 1. FORMATO DE CONTROL DE ASISTENCIA Y ACTIVIDADES ACADÉMICAS

DOCENTES	58
ANEXO 2. PRIMERA PREGUNTA DE ENCUESTA.....	58
ANEXO 3. SEGUNDA PREGUNTA DE ENCUESTA	59
ANEXO 4. TERCERA PREGUNTA DE ENCUESTA	59
ANEXO 5. CUARTA PREGUNTA DE ENCUESTA	60
ANEXO 6. QUINTA PREGUNTA DE ENCUESTA	60
ANEXO 7. SEXTA PREGUNTA DE ENCUESTA	61
ANEXO 8. SÉPTIMA PREGUNTA DE ENCUESTA	61

RESUMEN

Desde hace ya algunos años, la tendencia a la utilización de sistemas basados en biometría se ha visto en alza gracias a la eficiencia y eficacia de estos sistemas a la hora de verificar a una persona por medio de una o varias de sus características físicas. Dentro de las cuales, podemos destacar el reconocimiento de huella dactilar, reconocimiento facial, reconocimiento por patrones de voz y el reconocimiento del mapa de la retina del ojo.

Para este trabajo de investigación, la implementación de los módulos de registro de huella digital y registro de asistencias de docentes para el sistema de control de asistencia y seguimiento académico de docente en la universidad de Córdoba en su sede de Lorica utilizando un lector de huella digital comercial se ha convertido en el propósito principal para considerar el éxito de esta investigación.

Palabras claves: Lector, Huellas, sistemas, seguimiento.

INTRODUCCIÓN

Una nueva área de investigación que se está haciendo muy popular en el ámbito tecnológico hace referencia a las AMLs o Ambientes inteligentes (por sus siglas en ingles) que consiste en la creación de espacios o entornos donde haciendo uso de la tecnología los usuarios pueden interactuar de manera natural o intuitiva con herramientas de cómputo con la intención de optimizar la solución de sus problemas cotidianos, facilitar sus tareas diarias ya sea por ocio, ayuda doméstica o asistencia laboral. Además de ofrecerles a los usuarios nuevos modelos de interacción con artefactos tecnológicos, nuevos modelos de visualización de información, la personalización de acceso para cualquier infraestructura y la garantía de experimentar un sin fin de emociones al hacer contacto con este tipo de ambientes.

Los sistemas biométricos son una tecnología que a pesar de ya llevar algún tiempo en circulación en el mercado aún sigue proporcionando una forma natural de interacción entre el usuario y su entorno, lo cual lo hace una herramienta útil en la creación de ambientes inteligentes.

Según la Wikipedia ¹“La biometría (del griego bios vida y metron medida) es la toma de medidas estandarizadas de los seres vivos o de procesos biológicos. Se llama también biometría al estudio para el reconocimiento inequívoco de personas basado en uno o más rasgos conductuales o físicos”.

Los sistemas biométricos son utilizados como un medio de identificación para los usuarios, ya que cada individuo posee una información biométrica que lo diferencia de los demás haciéndolo único. A través de dispositivos biométricos, un lector o terminal

¹ Wikipedia. (21/10/2019). Wikipedia.: Biometría. Recuperado de <https://es.wikipedia.org/wiki/Biometr%C3%ADa>

de identificación, hace la verificación o identificación de la persona de forma automática mediante la medición de una o más de sus características físicas.

Los sistemas biométricos se dividen en tres diferentes tipo para su implementación en distintos ambientes. El primero y en el cual nos enfocaremos en esta investigación, se denomina *biometría estática* que se puede definir como el estudio haciendo uso de métodos automáticos de la anatomía humana, o en otras palabras, el estudio de las características físicas del ser humano como los ojos (iris, retina), la cara y las manos (Geometría, huellas dactilares).

Como segundo tipo se encuentra *la biometría dinámica* que se define como el estudio de las características de la conducta humana, o bien es el proceso de identificación de rasgos derivados de una acción realizada, como la voz, la firma y la dinámica de escritura.

Y como tercer y último tipo tenemos *la biometría dinámica-estática* que se denomina como el estudio de patrón biométrico, ya sea fisiológico o comportamental, para el registro, verificación e identificación de personas.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1. Descripción del problema.

En la universidad de Córdoba, el control de acceso para los docentes a las distintas aulas de clase se lleva a cabo con la ayuda del dinamizador o la celaduría en turno, donde ellos a través del formato de control de actividades académicas (FDOC-084) que le corresponde respectivamente a los 1.035 docente que prestan sus servicios a la universidad (dentro de los cuales 19 docentes son ocasionales, 726 catedráticos y 290 son docentes de planta), en la cual se puede visualizar la siguiente información: la facultad a la que pertenece el docente, programa, código de curso, departamento, curso y el nombre del docente seguido de contenidos que ha desarrollado, fecha (DD/MM/AA), hora, aula y espacio para ingreso de firma del mismo por día. (Dicha información fue suministrada con fines netamente académicos para la elaboración de este trabajo de investigación por parte del actual jefe de Departamento de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones, MSc. Samir Castaño, cuando transcurría el tercer día del mes de octubre del año dos mil diecinueve).

Este formato debidamente diligenciado da constancia de la asistencia del docente a sus actividades curriculares del día. Cabe mencionar que este proceso debe ser realizado por el docente mucho antes de ingresar al salón de clase para posteriormente enviar el consolidado de firmas obtenidas de las asistencias de los docentes al jefe de facultad cada 15 días, donde el revisara y llevara el control de los docentes, además verificara si están cumpliendo con su deber. Luego se generara un reporte de ese análisis y será enviado al vicerrector para que haga efectivo el proceso de pago para cada uno de los docentes.

Sin embargo existe ineficiencia e ineficacia en el método utilizado hasta el momento ya que la mayoría de veces en las horas más transitadas en la universidad por la cantidad de estudiantes, cursos y/o carreras que coinciden en horarios, colisionan e incluso discuten por hacerse con un aula para presentar sus clases. Por tal razón se acumulan una gran cantidad de estudiantes en las entradas de los salones; y mientras la celaduría o el dinamizador realizan los protocolos para descongestionar y designar un aula a los estudiantes y profesores se pierde mucho tiempo.

1.2. Formulación del problema.

¿Cómo desarrollar e implementar los módulos de registro de huellas y de asistencia de docentes del tal manera que funciones a partir de un lector de huella digital comercial, y a su vez estos se sincronicen con los demás módulos que conforman el sistema de seguimiento académico de docentes en la universidad de Córdoba sede Iorica?

2. JUSTIFICACIÓN.

La relevancia de este trabajo radica en los siguientes aspectos:

- **Técnico:** la propuesta presentada en el presente documento como proyecto para trabajo de grado busca contribuir a la elaboración de un sistema que optimice la manera tradicional en cómo se gestiona el control y seguimiento de los docentes en sus responsabilidades con el campus universitario y por ende con los estudiantes, ya que el sistema actual genera irregularidades y estándares de seguridad bajos debido a que el proceso de seguimiento que se les da a los docentes se realiza de forma manual mediante un formulario de control de asistencias que se encuentra en manos del dinamizador o de los vigilantes.

Por tal motivo con este proyecto se busca la optimización y la automatización del proceso antes mencionado, implementando un módulo de captura de huella digital que estará asociado al módulo de toma de asistencia de los docentes que a su vez será implementado en el sistema de seguimiento académico de docentes en la universidad de Córdoba sede Ilica.

- **Operacional:** En el punto de vista general, el nuevo sistema de control y seguimiento a docentes permitirá obtener la información de cada docente y sus actividades en el campus, para dar constancia de que si estén cumpliendo con sus actividades, además de facilitar la asignación de las aulas a los mismos docentes.
- **Social – educativo:** el nuevo sistema se encargara de verificar el cumplimiento del docentes con sus actividades programadas favoreciendo así a la universidad y a los mismos estudiante ya que los estándares de calidad en la educación aumentara considerablemente en beneficio de los estudiantes y por tanto mucho más reconocimiento para la universidad como entidad prestadora de servicios de calidad.

- **Económico – ambiental:** el nuevo sistema estará basado en políticas de “cero papel” con la intención de minimizar la huella ambiental causada por la universidad de córdoba en su sede de Lorica. Ya que los trámites y las actividades administrativas y de gestión de documentos tienen soportes de evidencia que en su inmensa mayoría son impresiones físicas en papel. Ya que es muy usual que se impriman borradores para revisión y que además se exijan copias adicionales de un mismo documento. Esta documentación acarrea el uso de una cantidad bastante amplia de resmas de papel, que a su vez tiene un cobertor con uso casi nulo contrario al de servir como empaque de la resma.

Además este sistema al no depender del uso del papel, eliminaría del inventario mensual un gran número de unidades de resma de papel, lo cual se vería reflejado positivamente en la economía de la sede.

3. OBJETIVOS.

3.1. General:

Desarrollar un subsistema que integre los módulos de registro de huellas y de asistencias de docentes para que funcionen mediante el uso de un lector de huella digital comercial y que a su vez se sincronicen con los demás módulos que conformaran el sistema de seguimiento académico de docentes en la universidad de Córdoba sede Lórica en un entorno de escritorio.

3.2. Específicos:

- Comparar y analizar los distintos elementos hardware que conformaran el subsistema, teniendo en cuenta la capacidad de almacenamiento y la resolución de los mismos.
- Identificar y construir los requerimientos necesarios para el desarrollo del subsistema que permitirá la identificación de los docentes por medio de su huella digital.
- Describir la integración del subsistema de registro e identificación de huella digital con el subsistema complementario que contiene los módulos encargados de cargar a la base de datos la información de los docentes.

4. ALCANCE DEL PROYECTO.

Este estudio proveerá información técnica y de factibilidad, sobre los objetivos propuestos.

En el estudio técnico de la justificación de este proyecto de investigación se propone implementar un módulo de captura de huella digital que estará asociado al módulo de toma de asistencia de los docentes que a su vez será implementado en el sistema de seguimiento académico de docentes en la universidad de Córdoba sede lorica.

La trascendencia de este proyecto radica en colaborar con otro proyecto de investigación para la optimización del sistema de control de asistencias de docentes que actualmente está en función en la universidad de Córdoba sede Lorica, este proyecto de investigación al igual que su par complementario busca la creación de un solo sistema que se encargue del proceso de asistencias que deben realizar los docentes a partir de los distintos módulos que se desarrollen en ambas investigaciones.

Y para ello se presentan las delimitaciones de este proyecto de la siguiente manera:

- **Espacio:** este proyecto se llevara a cabo en la Universidad de Córdoba sede Lorica.
- **Contenido:** este proyecto contendrá los módulos de registro de huella y de asistencia de docentes que se conectaran con el lector de huella digital, y estos módulos permitirán asociar el registro de la huella digital con la información del docente que será suministrada a la base de datos por medio de los módulos resultantes del proyecto de investigación complementario de esta tesis.
- **Alcance:** Desarrollar los módulos de registro de huella digital y de asistencias de docentes de tal manera que funciones a partir de un lector de huella digital comercial e

implementarlos al sistema final de control de asistencias de docentes de la universidad de Córdoba en su sede de Lorica.

Es necesario resaltar que se hará uso de lector de huella comercial ya que con ayuda de estos se ahorrara tiempo, contrario a desarrollar uno desde cero, además, el lector de huella comercial ofrece los controladores para su implementación. Y aunque esto puede ser un problema si se llegase a dañar el lector, ya que el sistema solo podrá trabajar con lectores de huella con las mismas especificaciones y modelo, esto se compensa con la facilidad y economía con la que se pueden acceder a estos dispositivos

5. ANTECEDENTES.

Alrededor de todo el mundo se han realizado infinidades de proyectos referentes a la implementación de sistemas de controles de acceso a través de biometría y firmas digitales para distintas actividades o servicios.

Para la realización de este proyecto se realizó el estado del arte con base en investigaciones que se citan a continuación.

² SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN MEDIANTE HUELLA DIGITAL PARA EL CONTROL DE ACCESOS A LA UNIVERSIDAD LIBRE SEDE BOSQUE POPULAR SIMULADO EN UN ENTORNO WEB.

En este documento se puede apreciar el contexto de aplicación que pueden tener los sistemas biométricos para permitir acceso de personas a recintos privados, que haciendo uso de una portátil, un lector de huellas Digitalpersona u4500 y una cámara web USB permiten al administrador del sistema registrar usuarios, modificar usuarios, agregar

² Unilibre. (2017). Repositorios Universidad Libre.: sistema de identificación mediante huella digital para el control de accesos a la universidad libre sede bosque popular simulado en un entorno web. Recuperado de https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10557/Proyecto%20de%20grado%20Daniel%20Felipe%20Monta%C3%B1a%20Duque.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR0rRY_DeccOTolwgA9ywp9MTyP6JzIOFJbMoBEkaEwRm-z4oGqA8-MxN2s

sesión, eliminar sesión, agregar dependencias, eliminar dependencias y visualizar usuarios. Como también permite modificar vistas, registrar visitas, consultarlas y visualizarlas.

³ SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO POR BIOMETRÍA. En este caso se utiliza el control de acceso biométrico y el reconocimiento facial para permitir el acceso a usuarios, si y solo si, se validan ambos requisitos biométricos de manera positiva. Este proyecto cuenta con una base de datos, una interfaz gráfica web y un módulo FPM10A para la obtención de huella dactilar.

⁴ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACION DE FIRMA DIGITAL EN DOCUMENTOS ELECTRONICOS: para el desarrollo de este proyecto se utilizó la firma digital para agilizar determinados procesos de administración y brindar automatización, la integridad y el no repudio de la identidad del firmante. La tecnología utilizada para este proyecto fue OpenSSL, Public Key Server, Gpg4win, Mozilla Thunderbird.

⁵SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE IDENTIFICACIÓN DACTILAR AFIS: es una base de datos que sirve para verificar la identidad de una persona, a través de las características de huella dactilar, este contiene la información biométrica de todos los colombianos. Este sistema de identificación dactilar consiste en detectar mediante sistemas biométricos la huella de una persona y a través de múltiples comparaciones se

³ Udistrital. (16/04/2017). Repositorio Udistrital.: B SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO POR BIOMETRÍA. Recuperado de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/7502/1/MarquezMorenoIngridJulieth2017Ni%C3%B1oGarzonMichaelJohanes2017.pdf>

⁴ Maria Laura Irigoitia (2016). IUA.: Análisis, Diseño e Implantación de Firma Digital en Documentos Electrónicos. Recuperado de https://rdu.iua.edu.ar/bitstream/123456789/1144/1/Proyecto%20de%20Grado_Maria%20Laura%20Irigoitia.pdf

⁵ Registraduría nacional del estado civil Colombiano (2016). El AFIS, pilar de la biometría.: sistema de automatización de identificación dactilar, AFIS. Recuperado de <https://wsr.registraduria.gov.co/El-Afis-pilar-de-la-biometria.html>

obtienen resultados que se tienen archivados, clasificados, codificados y acumulados en la base de datos de la registraduría.

⁶SISTEMA BIOMETRICO SISBIOCOL: es una empresa especializada en sistemas biométricos que permite validar la identidad de las personas por medio de sistemas que analizan algún rasgo físico como las huellas dactilares, la forma de la mano, el iris, la retina, los patrones vasculares, distribución de equipos biométricos, radio frecuencia para el control de asistencia, control de acceso, monitoreo de activos, control de inventario, etc.

⁷SISTEMA DE CONTROL DE ASISTENCIA DE PERSONAL DE LA UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO: fue in sistema creado con la intención de facilitar y agilizar el ingreso y salida al personal administrativo de la universidad BIO-BIO, fue una aplicación multiplataforma disponible tanto para móviles como para computadores e hizo uso de la tecnología GPS.

⁸ DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA EL REGISTRO DE VISITAS A PACIENTES EN EL HOSPITAL DEL MUNICIPIO DE SAHAGÚN, HACIENDO USO DE SISTEMAS BIOMÉTRICOS: es un sistema que mediante el reconocimiento de huella dactilar asociado con la información del usuario, podrán automatizar procesos de visitas a pacientes del hospital.

⁶ Sistemas biométricos SISBICOL El AFIS, sistemas biométricos, SISBICOL. Recuperado de <http://sistemasbiometricos.obolog.es/>

⁷ Cantillana. F, Inestroza. V, Sistema de control de asistencia de personal de la Universidad del Bío-Bío, Universidad del Bío – Bío, Chile, Chillan 2016.

⁸ Alvis Bettin, Alvaro Simón, Vega Vásquez, Miller Haseen (2018).repositorio unicordoba.: Desarrollo de un software para el registro de visitas a pacientes en el hospital del Municipio de Sahagún, haciendo uso de sistemas biométricos. Recuperado de <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/732>

6. MARCO REFERENCIAL.

6.1. Marco teórico.

- **Sistemas de control de acceso:** son sistemas que permiten el control y la regulación de las entradas y salidas de personas y objetos con altos niveles de precisión. Estos sistemas cuentan con la posibilidad de conceder o denegar el acceso en un recinto determinado. Están compuestos por un dispositivo electrónico y un software que permiten la recolección de datos que facilita el control de presencia de personas u objetos en un recinto.

Los tipos de Controles de Acceso que existen hasta el momento tienen diferentes características y funciones que le permiten adecuarse a las necesidades de las personas u organizaciones.

- **Sistemas controladores o controladoras:** son sistemas que se integran a través de un PC. Necesitan un software de control que les permita llevar el registro de todas las operaciones que se realicen, como fecha, horario, autorización, etc.
- **Métodos de verificación:** se trata de una verificación o comprobación del desempeño de cada elemento de un sistema.

Para los tipos de Control de Acceso se pueden utilizar los siguientes métodos de acceso.

- **Biometría:** esta tecnología como la conocemos hoy en día nació de estudios realizados por el FBI en los años 70 como una alternativa de automatización para el reconocimiento de las características humanas. Dichas investigación dio paso a la creación de algoritmos matemáticos que faciliten esta labor.

Y se define como la toma de medidas estandarizadas de los seres vivos o de procesos biológicos.

- **Sistemas biométricos:** son un método automatizado de identificación y verificación de características físicas de los seres humanos tales como la retina, patrones vasculares de la mano y dedos, reconocimiento de voz, figura facial, huella dactilar, entre otras.

Este tipo de sistemas utilizan dispositivos de captación que de forma casi instantánea obtienen muestras biométricas de la persona y luego las compara con una base de datos, donde verifica si esta corresponde o no a la identidad de la persona en cuestión.

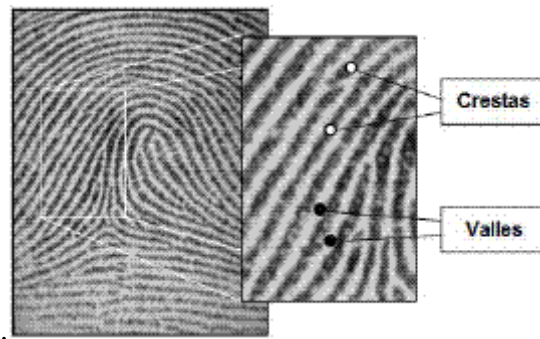
- **Huella dactilar:** son rasgos identificativos únicos de cada individuo. Un concepto más técnico que hace referencia a este tipo de identificación define a las huellas dactilares como ⁹ “la impresión visible o moldeada que produce el contacto de las crestas papilares de un dedo de la mano sobre una superficie”.

¹⁰ “Son rasgos identificativos únicos de cada individuo. Un concepto más técnico que hace referencia a este tipo de identificación define a las huellas dactilares como la impresión visible o moldeada que produce el contacto de las crestas papilares de un dedo de la mano sobre una superficie”.

⁹ Huella dactilar. (2019). Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Huella_dactilar

¹⁰ Interpol. (2019). Un Identificador único. Recuperado de <https://www.interpol.int/es/Como-trabajamos/Policia-cientifica/Huellas-dactilares>

Ilustración 1. ¹¹Crestas y valles de una huella dactilar



Fuente: Revista del posgrado en Informática Revistas Bolivianas (2014)

- **Composición de las huellas dactilares:** las huellas dactilares están compuestas de la siguiente forma:
 - **Las glándulas sebáceas:** ¹² “son glándulas cuya función es discernir el sebo, sustancia grasa, ácida con PH 3,5. Éstas se colocan lateralmente al folículo piloso. Las glándulas sebáceas se localizan con una densidad de, aproximadamente, 100/cm² en toda la zona cutánea”.
 - **Glándulas sudoríparas:** es la encargada de generar sudor emanada por la epidermis por medio de los poros.
 - **Poros:** ¹³ “El poro es un diminuto orificio en la epidermis de la piel, de los que cada persona tiene aproximadamente dos millones, que cumple varias funciones, si bien la más importante es eliminar la transpiración”.

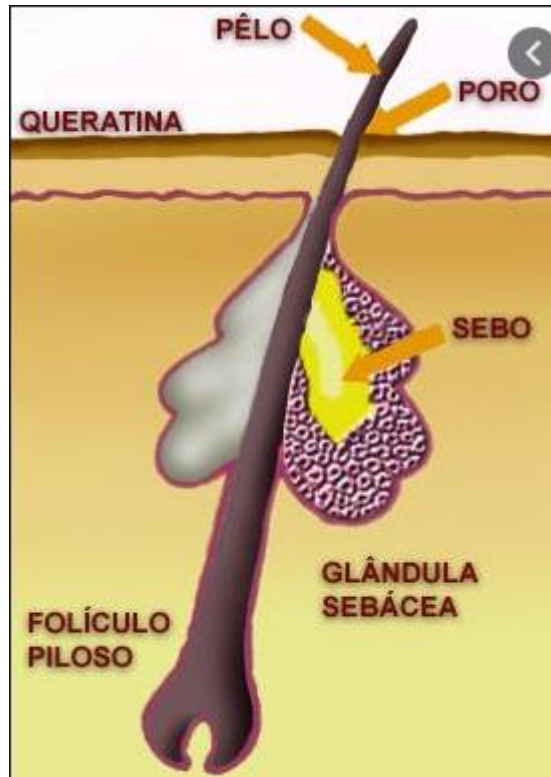
¹¹ Victor Sarzuri Flores. (2014). Revista del posgrado en Informática Revistas Bolivianas.: Algoritmo de Clasificación de Huellas Dactilares Basado en Redes Neuronales Función Base Radial. Recuperado de http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S3333-77772014000100021&lng=es&nrm=iso

¹² CesareRagazzi. (2019). CesareRagazzi.: Cabello y Cuero cabelludo. Recuperado de <https://www.cesareragazzi.com/es/glaacutendulas-sebaacutecneas>

¹³ Poros. (2019): Poros (anatomía). Recuperado de [https://es.wikipedia.org/wiki/Poro_\(anatom%C3%ADa\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Poro_(anatom%C3%ADa))

Según Claudia Ramirez dermatóloga del centro de SkinMed "La función de los poros es la de permitir la salida de los lípidos producidos por estas glándulas lubricando así la piel"

Ilustración 2. ¹⁴Composición de la huella dactilar



–Fuente: Glándulas sebáceas (2013).

- **Procedimiento de huellas dactilares:** Dentro de las distintas formas de reconocimientos de huellas dactilares se pueden destacar:
 - **Adquisición:** en esta etapa se hace la recepción de la muestra biométrica.

¹⁴ Biología humana. (2013). Viaje al interior.: Glándulas sebáceas. Recuperado de <http://biologiahumanacuerohumano.blogspot.com/2013/04/glandulas-sebaceas.html>

- ***Pre-procesado:*** luego que la muestra es obtenida en la etapa de adquisición entran en juego los algoritmos de extracción y comparación para la validación de la muestra en la siguiente etapa.
- ***Extracción de características y comparación:*** en esta etapa se realiza la comparación propiamente dicha de la información relevante de las muestras obtenidas.
 - ***El estudio de los minutiae points:*** este método de extracción de características localiza las particularidades de las crestas asignándoles unas coordenadas XY y almacenándolas en un archivo que servirá para crear la plantilla. En el escaneo de la huella se analizan puntos específicos con el uso de los respectivos algoritmos matemáticos y luego se comparan con las planillas almacenadas en la base de datos.
 - ***Estudio de correlación:*** examina los patrones de las crestas y valles de la huella, localiza los giros, arcos y rizos, además de la dirección en que fluyen. Esa información es capturada y almacenada como imagen o como algoritmo codificado, para poder ser comparada después con otros registros de huellas dactilares.
- **Dificultades que presentan los algoritmos en la comparación de huellas dactilares:**

- ***Distorsión no lineal:*** Resultado de plasmar en una imagen de dos dimensiones una huella dactilar que tiene tres; su elasticidad provoca deformaciones no lineales en su superficie.
- ***Diferencias de presión o de las condiciones de la piel:*** una buena extracción de las huellas dactilares radica en la presión ejercida en contra el sensor, por la humedad o por la sequedad de la piel.
- ***Desplazamiento y rotación:*** el usuario no hace una buena ubicación del dedo en el sensor al momento de identificarse. Por lo que el sensor no podrá capturar bien la huella, ya sea por la pequeña área de captura del dispositivo o los movimientos bruscos realizados por el usuario al ingresar la huella.

6.2. Marco conceptual.

- **Huellas:** son características únicas e inalterables de las personas.
- **Lector de huellas:** Es un dispositivo que sirve para leer, guardar e identificar huellas dactilares de las personas
- **Seguridad:** Es la sensación que se tiene cuando existe total confianza y certeza de un lugar o situación.
- **Bases de datos:** Son llamados bancos de información que contienen todo tipo de datos al que se puede acceder de manera constante, se caracterizan por permitir el ingreso de grandes números de información que puede ser encontrada y utilizada fácilmente.

- **Algoritmos:** Se puede definir como un conjunto de instrucciones o secuencias lógicas y finitas que representan una solución para un determinado tipo de problema.
- **Control de acceso:** es una medida de seguridad activa que previene de peligros que en último extremo podrían afectar el núcleo de cualquier sistema de información
- **Inscripción biométrica:** Sistema de adquisición que se encarga de proporcionar la señal biométrica que caracteriza al individuo. Tras la adquisición de la señal biométrica se procede a la extracción de las características del rasgo biométrico del individuo, dichas características se expresan de una forma unívoca y compacta la identidad del individuo.
- **Reconocimiento:** Se encarga de establecer la identidad del individuo que accede al sistema, para ello, tras la adquisición del rasgo biométrico del individuo, se extraen las características y se obtiene el patrón biométrico que, posteriormente, es comparado con los patrones almacenados en la base de datos. Los resultados de dichas comparaciones son cuantificados y valorados, permitiendo así la toma de decisiones respecto a la identidad del individuo en función del grado de similitud obtenido
- **Java:** es un lenguaje de programación orientado a objetos que permite crear programas que funcionan en cualquier tipo de ordenador y sistemas operativos.
- **Orientado a objetos:** da la posibilidad a los programadores escribir una vez y utilizar muchas veces un objeto y favorece la simplificación de código.
- **Objeto:** son entidades que tienen un determinado estado, comportamiento e identidad.

6.3. Marco legal.

- **Recomendaciones UIT:** La UIT es un organismo especializado de las naciones unidas para las tecnologías de la información y la comunicación encargada de facilitar la conectividad internacional de las redes de comunicación, la cual en el año 2001 inicio trabajos sobre biometría con la responsabilidad del estudio de la identidad y las metodologías técnicas adecuadas para identificar los individuos y la protección de la identidad, tales estudios dieron como resultado la creación de las UIT-T X que son recomendaciones aplicadas a sistemas biométricos, tales recomendaciones se hacen presentes en la siguiente figura.

Tabla 1. ¹⁵Recomendaciones de UIT-T X aplicadas a sistemas biométricos

Normalización aplicada a los sistemas y biométricos.	
X.1081	<i>Propone el Marco para la especificación de los aspectos de la biometría relativos a la protección y seguridad, proporcionando un modelo para identificar y especificar aspectos de la seguridad de la biometría y la clasificación de ñas tecnologías biométricas implementadas en el reconocimiento e identificación.</i>
X.1082	<i>Propone el Marco para la biometría relativa a la fisiología humana</i>
X.1083	<i>Propone el protocolo para la implementación de la tecnología de información biométrica y el funcionamiento con interfaces de programación.</i>
X.1084	<i>Propone Mecanismos del sistema de biometría con el protocolo general de autenticación biométrica y perfiles para sistemas de telecomunicaciones. Parte 1.</i>
X.1085	<i>Propone Mecanismos del sistema de biometría con el protocolo general de autenticación biométrica y perfiles para sistemas de telecomunicaciones. Parte 2.</i>
X.1086	<i>Establece guías sobre medidas técnicas de gestión para la protección de seguridad de los datos biométricos.</i>
X.1088	<i>Propone el Marco de protección claves digitales de biometría.</i>
X.1089	<i>Establece lineamiento para la infraestructura de autenticación biométrica (Gestión).</i>
X.1090	<i>Establece Marco de autenticación por medios de plantilla biométrica de un solo uso.</i>
X.1091	<i>Establece la directriz para la evaluación de técnicas de protección de la plantilla</i>

¹⁵UIT. (2001).UIT-T X.: Redes de datos, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad. Recuperado de <https://www.itu.int/rec/T-REC-X/es>

	biométrica.
--	-------------

–Fuente: Redes de datos, comunicaciones de sistemas abiertos seguridad (2001).

- **Normas ISO:** este tipo de normas son las encargadas de contribuir a la gestión de procesos generales o específico de una organización, este tipo de normas también tienen participación en la construcción de normas para los sistemas biométricos para el uso de datos, como los presentados a continuación.

Tabla 2. ¹⁶Recomendaciones de UIT-T X aplicadas a sistemas biométricos

Normalización aplicada a los sistemas biométricos.	
ISO/IEC 19794-3:2006	<i>Normaliza el formato de los datos para sistemas biométricos basados en patrones de dedos.</i>
ISO/IEC 19794-1:2011	<i>Normaliza el formato de datos biométricos para el intercambio entre aplicaciones, también describe aspectos y requisitos generales para el intercambio de datos biométricos, con la finalidad de proporcionar independencia a la plataforma.</i>
ISO/EIC 19794-4:2011	<i>Normaliza el formato de los datos para sistemas biométricos basados en imágenes de rostro con formato PNG, JPEG2000, WSQ.</i>
ISO/EIC 19794-5:2011	<i>Normaliza el formato de los datos para sistemas biométricos basados en imágenes de rostro con formato PNG, JPEG2000 lossless.</i>
ISO/EIC 19794-6:2011	<i>Normaliza el formato de los datos para sistemas biométricos basados en imágenes del iris.</i>
ISO/EIC 19794-7:2011	<i>Normaliza el formato de intercambio de datos para sistemas biométricos en base a la realización de firmas que utilizan dispositivos como tabletas o sistemas bolígrafo inteligente.</i>
ISO/EIC 19794-8:2011	<i>Normaliza el formato de los datos para sistemas biométricos basados en el esqueleto del dedo.</i>
ISO/EIC 19794-9:2011	<i>Normaliza el formato de los datos para sistemas biométricos basados en imágenes vasculares, realizando la definición del contenido del formato y las unidades de medida para el intercambio de los datos estableciendo elementos obligatorios y opcionales.</i>
ISO/EIC 19794-10:2011	<i>Normaliza el formato de los datos para sistemas biométricos basados en la geometría de la mano.</i>
ISO/EIC 19794-11:2011	<i>Normaliza el formato de los datos para sistemas biométricos basados en firmas dinámicas.</i>
ISO/EIC 19794-13:2013	<i>Normaliza el formato de los datos para sistemas biométricos basados en voz.</i>

¹⁶ Normas ISO. (2014).ISOTOOLS.: Sistemas de gestión normalizados. Recuperado de <https://www.isotools.org/normas/>

ISO/EIC 19794-14:2013	<i>Normaliza el formato de los datos para sistemas biométricos basados en ADN.</i>
ISO/EIC 19794-15	<i>Normaliza el formato de los datos para sistemas biométricos el patrón de líneas de la palma de la mano.</i>

–Fuente: Sistemas de gestión normalizados (2014).

- **BioAPI:** es una organización no gubernamental que centra parte de sus investigaciones al sector de la biometría cabe resaltar que esta organización está compuesto por empresas como Bioscrypt, Compaq, Iridiam, Infineon, NIST, Saflink y Unisis. Además esta organización formaliza normas para la comunicación de los datos por medio de funciones que permiten interactuar modularmente con los dispositivos biométricos.
- **ANSI:** el instituto nacional estadounidense de estándares, es el estándar utilizado para la transmisión de datos biométricos e información asociada utilizada por las fuerzas y organizaciones de seguridad, además este estándar presenta una interfaz de programación de aplicaciones que garantiza que los productos y sistemas sean interoperables entre sí.

7. DISEÑO METODOLOGICO.

- **Tipo de investigación:** este trabajo de grado según el objetivo de la investigación presenta un enfoque aplicado y descriptivo, según el grado de manipulación de variables presenta un enfoque experimental debido a que las variables que interactuaran con el sistema se manipulan en condiciones altamente controladas..
- **Localización de la investigación:** geográficamente este proyecto tendrá como escenario de implementación a la universidad de Córdoba sede Lorica en el

departamento de Córdoba, municipio de Lorica. se encuentra a unos 63.8 km de la ciudad de Montería.

- **población:** según los datos que se tienen registrados en la base de datos de la Universidad de Córdoba con relación a la población total de la misma en todas sus sedes a fecha de 2019 es de 1.035 docentes, de los cuales se consideró como muestra para el desarrollo de este proyecto a los docentes que imparten clases en la facultad de ingeniería de sistemas en la universidad de Córdoba sede Lorica.
- **muestra:** la muestra que será tomada para el desarrollo de este trabajo de investigación serán 34 docentes del programa ingeniería de sistemas de la universidad de Córdoba.

- **Fases del proyecto:**

- **Fase inicial:** En esta etapa se asignaron todos los recursos humanos para la recolección de datos, como también la planificación de las actividades a realizar para abordar dicho proceso y por último se procedió a definir de la problemática a abordar.

Es importante saber que utilizar un buen modelo de recolección de datos es de vital importancia en la obtención de datos relevantes, por eso, para este paso se hizo uso de la entrevista; partiendo por entrevistar primeramente al dinamizador quien es el encargado de gestionar el control de asistencias de los docentes y conocer un poco más a fondo el proceso, el método y formatos que implementa para hacer dicha gestión.

Luego se entrevistó al jefe de Departamento de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones, quien nos dio a conocer el proceso que se realiza para la organización de aulas, la asignación de cursos para los docentes y revisión de los formatos firmados por los mismos y del cual el dinamizador debe hacer llegar el reporte cada 15 días vía correo electrónico.

- **Fase dos:** una vez se conoció el proceso que se ejecuta para el control de asistencia de los docentes se procedió a realizar la delimitación del problema y así mismo darle un foco más específico al desarrollo del proyecto para luego proceder definir los objetivos y evaluar las ideas resultantes de la lluvia de ideas planteada en el punto anterior para escoger la que mejor se adaptara los objetivos propuestos.

Para esta fase también se tuvieron en cuenta proyectos realizados con objetivos similares al nuestro con la intención de profundizar más en el tema y conocer las tecnologías que se utilizaron en esos proyectos para así seleccionar la más adecuada para el nuestro.

- **Fase tres:** con la implementación de la fase dos los conocimientos obtenidos acerca de los sistemas biométricos fue de vital importancia para poder seleccionar los dispositivos y tecnologías que se utilizarán en nuestro proyecto.

En esta etapa se concluyó que los dispositivos y tecnologías a utilizar será: un scanner de huella digital, motor de base de datos MySQL, JAVA

como lenguaje de programación y NetBeans IDE como entorno de desarrollo.

8. ANALISIS DE ELEMENTOS HARDWARE.

- Cuadro comparativo de elementos hardware.

Tabla 3. Tabla comparativa de scanner de huella digitales

NOMBRE	DIMENSIONES	INTERFAZ	SISTEMA OPERATIVO	NUMERO DE HUELLAS	RESOLUCION	TECNOLOGIA
Lector De Huella Dactilar Usb Digital Persona 4500u	65 X 35 X15.56 mm	USB	Windows, Windows CE y Linux	1000 huellas	512 dpi	Escaneo de huella digital
Microsoft® Fingerprint Reader	82.0 mm Largo 50.0 mm Ancho 15.7 mm profundo	USB	Microsoft Windows® XP Professional Edition/Home Edition/Media Center Edition/Tablet PC Edition	950 huellas	512 ppi	Escaneo de huella óptico
Fingerprit Recognition Hamster	25 x 41 x 68 mm (1.0" x 1.6" x 2.7")	USB	Microsoft Windows (32 bits)	1000 huellas	500 dpi	Escaneo de huella digital óptico
Verifi P2000 Fingerprint Reader	LARGO: 8 pulgadas • ANCHO: 3 pulgadas	USB	windows	1000 huellas	500 dpi	Escaneo de huella digital

	• ALTO: 3 pulgadas					
Blucoil SecuGen Hamster Pro 20	18.2 mm x 22.9 mm.	USB	Windows y Linux	980 huellas	500 dpi	Escaneo de huella digital
Mini Usb Fingerprint Reader	8x8x16mm	USB	Windows	1000 huellas	500 dpi	Escaneo de huella digital

–Fuente: Elaboración propia.

9. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

9.1. Recursos técnicos.

9.1.1. Software:

De acuerdo a las necesidades del proyecto se evaluó y se decidió que estos son los recursos necesarios para realizar las actividades del desarrollo del proyecto:

Tabla 4. Recursos técnicos software

Nº	SOFTWARE
1	Netbeans IDE
2	Java fx
3	MySQL

–Fuente: Elaboración propia.

9.1.2. Hardware:

Comprenden los equipos físicos requeridos para el desarrollo del sistema, de los cuales describimos sus características obtenidas a partir de los requerimientos mínimos del software área de desarrollo en la tabla.

Tabla 5. Recursos físicos hardware

Equipo	Descripción y recomendaciones
computador personal	Procesador de 64 bits (x64)* 4 GB de RAM (64 bits) o superior* Espacio mínimo en disco duro 100 MB* Tarjeta gráfica. Dispositivo gráfico Microsoft DirectX 9 con controlador WDDM o superior*
Lector de huella	Usb Digital Persona 4500u 512 Dpi

–Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se especifica los elementos a utilizar que hacen fundamental del sistema:

- **Lector De Huella Dactilar Usb Digital Persona 4500u 512 Dpi:** es un dispositivo potente diseñado para la identificación de personas por medio e huella. Utiliza tecnología óptica de escaneo de huella para ofrecer imágenes de alta calidad, amplia área de captura y confiabilidad superior. El lector U.are.U 4500 tiene una habilidad para autenticar incluso las huellas más complejas de manera exacta y rápida, independientemente del ángulo de colocación del dedo.

Dentro de sus especificaciones se tiene:

Voltaje de alimentación 5.0V +5%

Corriente de alimentación - Escaneo < 110 mA (Típico)

Temperatura de operación 0-40°C

Humedad de operación 20 - 80% No condensada

Escaneo de datos 8-bit escala de grises (256 niveles de gris)

Interfaz USB 2.0 Alta velocidad

Peso 105 gr

Estándares FCC Class B, CE, ICES, BSMI, MIC, USB, WHQL

Resolución en pixeles 512 dpi (promedio x,y sobre el área de escaneo)

Área de escaneo 14.6 x 18.1 mm

Tamaño del dispositivo (aprox) 65 x 36 x 15.56 mm

Ambiente Para uso en interiores, hogar y oficinas

10. ANALISIS DE REQUERIMIENTOS.

10.1. Requerimientos funcionales.

- **Registro de huella.**

Tabla 6. Registro de huella

CODIGO	REQUERIMIENTOS	DESCRIPCION	PRIORIDAD
RF01	REGISTRO DE HUELLA	El sistema debe ser capaz de permitir CAPTAR las características biométricas del docente (huella digital) que se encuentre registrado en la base de datos	ALTA

RF02	DECODIFICAR HUELLA	El sistema debe ser capaz de generar una imagen partiendo de las características biométricas captadas por el lector de huellas.	ALTA
RF03	SUBIR HUELLA	El sistema deberá ser capaz de subir la imagen del diseño de la huella digital a una base de datos centralizada que se encontrara en la nube.	ALTA
RF04	VERIFICAR HUELLA	El sistema deberá ser capaz de registrar una nueva lectura biométrica que deberá hacer el docente en el módulo de asistencias y VERIFICAR si esta última corresponde con el registro adjunto en la base de datos.	ALTA

–Fuente: Elaboración propia.

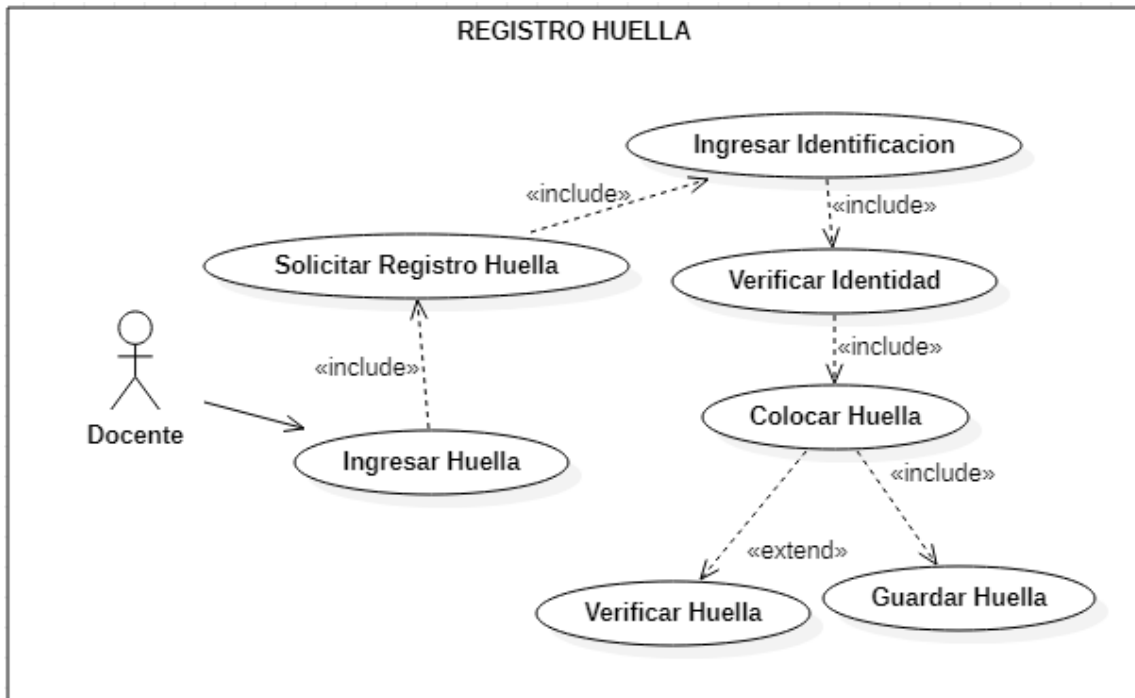
10.2. Requerimientos no funcionales.

- **Disponibilidad:** el software debe estar disponible 6 de los 7 días de la semana (a excepción de días festivos) entre 12 y 18 horas diarias mientras transcurre el semestre, es decir, desde que inicia el día laboral en la universidad hasta que termina.
- **Usabilidad:** el software debe ser friendly y de fácil usabilidad para los usuarios y que además ofrezca la ayuda necesarias para facilitarle la experiencia de uso a los usuarios.
- **Optimización:** El producto de software no desperdiciará recursos de sistema.

11. CASOS DE USO.

11.1. Caso de uso registro huella.

Ilustración 3. Caso de uso registro huella



–Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Caso de uso registro huella

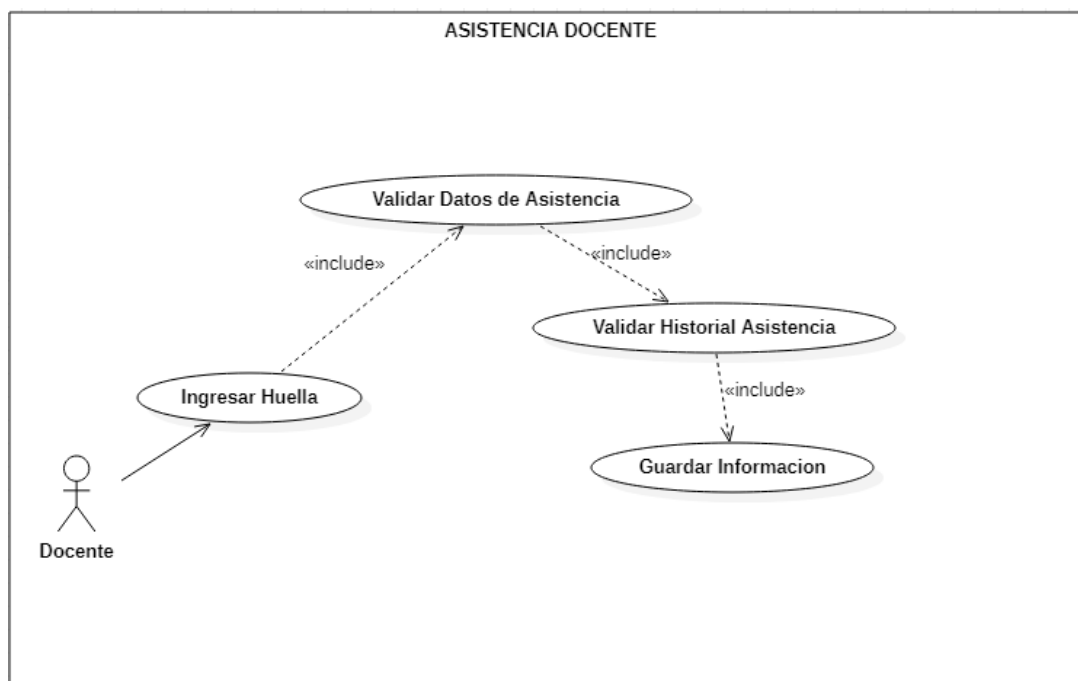
Nombre: Registro Huella Docente	
Actor: Docente	
Descripción: el docente registrara su huella si esta no se encuentra en el sistema	
Precondición:	la huella del docente no se encuentre en la base de datos
Flujo Normal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. El docente debe colocar su huella en el dispositivo para ser detectado por el sistema. 2. Como el docente no tiene su huella registrada, el sistema mostrara mensaje de alerta de que la huella no se encuentra registrada 3. El docente solicita registrar huella. 4. El sistema mostrara en pantalla un campo en donde el

	<p>docente deberá identificarse por medio de su número de cedula.</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. El docente ingresa su cedula y sistema verificara su identidad. 6. El sistema habilita el área de registro y el docente deberá ingresar su huella 4 veces para la digitalización de su huella. 7. El sistema mostrara en pantalla las imágenes de la captura de la huella. 8. El docente puede verificar si su huella fue captada correctamente y finalmente deberá guardar su huella presionando botón guardar.
Comentario: Ninguno	
Estabilidad: alta	

–Fuente: Elaboración propia

11.2. Caso de uso toma de asistencia.

Ilustración 4. Caso de uso toma de asistencia



–Fuente: Elaboración propia en colaboración de compañeros de tesis complementaria “sistema de control de asistencia y seguimiento académico a docente en la universidad de Córdoba mediante el uso de firma digital y reconocimiento dactilar”

Tabla 8. Caso de uso toma de asistencia

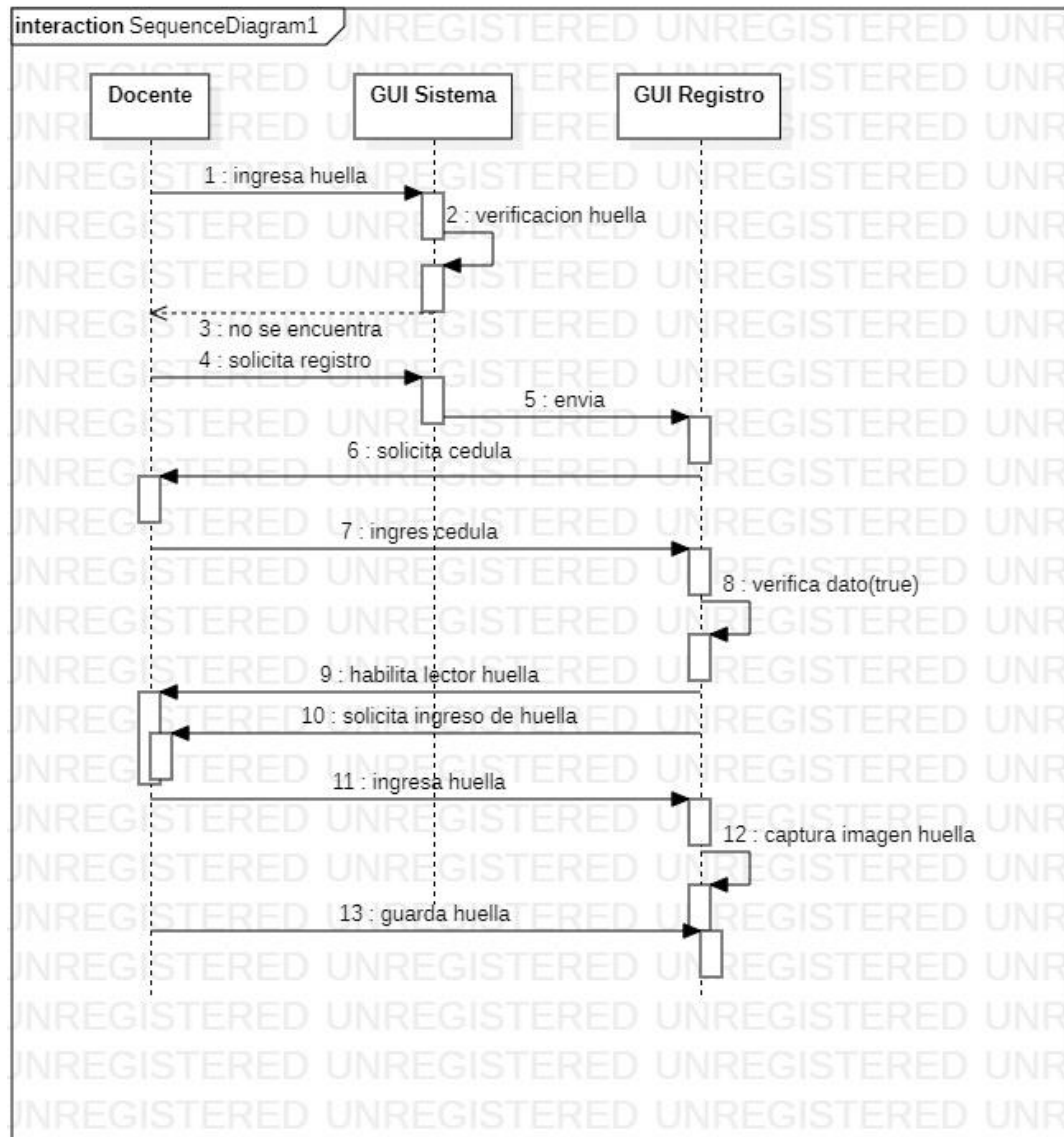
Nombre: Toma Asistencia Docente	
Actor: Docente	
Descripción: el docente deberá colocar su huella en el dispositivo dactilar para poder leer su identificación.	
Precondición:	- El docente debe tener su huella registrada en el sistema
Flujo Normal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. El docente coloca su huella en el dispositivo dactilar 2. El sistema mostrara en pantalla los datos relacionados de la asignatura que tiene programada. 3. El docente deberá pulsar el botón tomar asistencia para guardar su asistencia. 4. El sistema una vez tomado la asistencia, mostrara en pantalla un historial de la asistencia que ha tenido con la asignatura programada. 5. El docente deberá presionar el botón finalizar , para terminar con el proceso de su asistencia
Comentario: Ninguno	
Estabilidad: alta	

–Fuente: Elaboración propia en colaboración de compañeros de tesis complementaria “sistema de control de asistencia y seguimiento académico a docente en la universidad de Córdoba mediante el uso de firma digital y reconocimiento dactilar”

12. DIAGRAMAS DE SECUENCIA.

12.1. Registro de huella

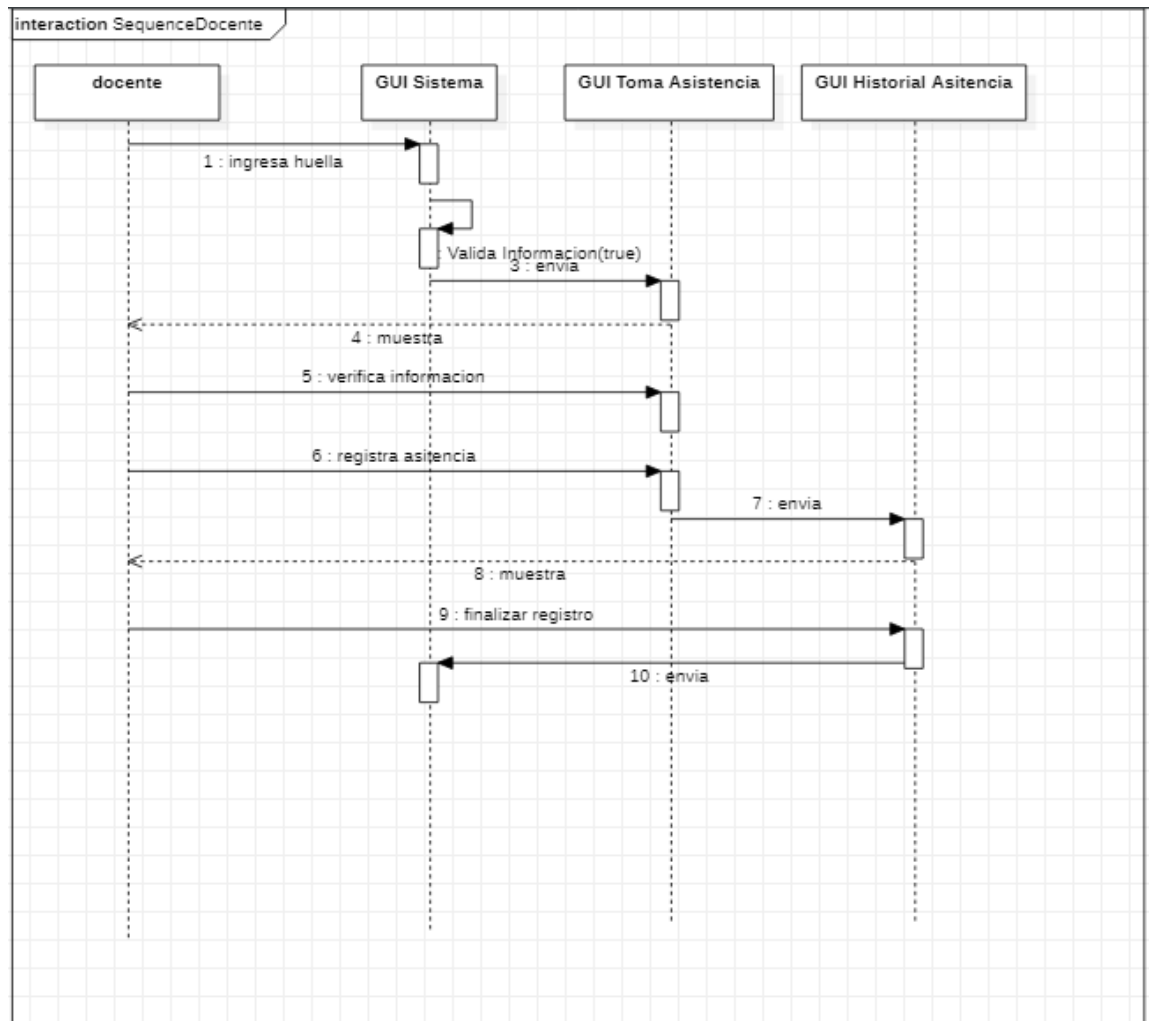
Ilustración 5. Diagrama de Secuencia Registro Huella



—Fuente: Elaboración Propia.

11.2. Toma asistencia docente

Ilustración 6. Diagrama de Secuencia Toma Asistencia

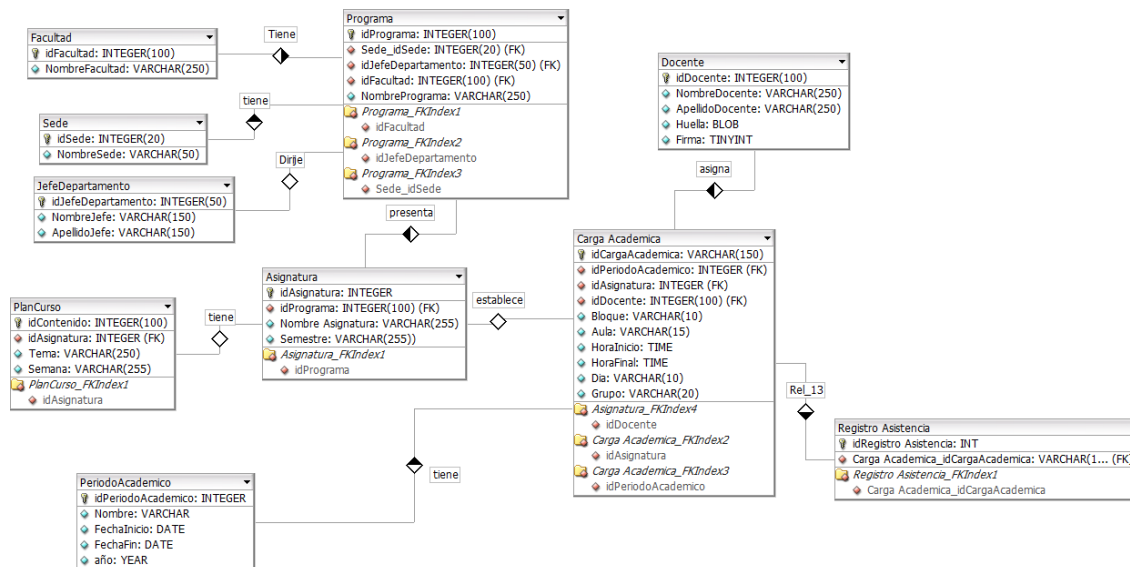


—Fuente: Elaboración propia en colaboración de compañeros de tesis complementaria “sistema de control de asistencia y seguimiento académico a docente en la universidad de Córdoba mediante el uso de firma digital y reconocimiento dactilar”

13. INTEGRACION DE SISTEMAS.

13.1. Diagrama de clases.

Ilustración 7. Diagrama de clases



—Fuente: Elaboración propia en colaboración de compañeros de tesis complementaria “sistema de control de asistencia y seguimiento académico a docente en la universidad de Córdoba mediante el uso de firma digital y reconocimiento dactilar”

Para poder integrar las dos partes que componen esta tesis se optó por la creación de una base de datos en la nube que funciona de manera centralizada, la cual está compuesta por una tabla principal llamada *Docentes* que guardará: un *Id o número de identificación*, el *nombre del docente*, la *huella del docente* y tendrá un campo *firma* que estará habilitado por si se desea implementar el registro de esta información del docente en próximas actualizaciones del sistema.

Dicha información a excepción de la *huella del docente*, va a ser cargada a la base de datos desde el software de SISTEMA GESTOR DE BASE DE DATOS que corresponde a la tesis complementaria “sistema de control de asistencia y seguimiento académico a docente en la universidad de Córdoba mediante el uso de firma digital y reconocimiento dactilar” ya que este último registro va a ser cargado desde el software SISTEMA DE

CONTROL Y ASISTENCIA DE DOCENTE correspondiente en gran parte al desarrollo de esta tesis.

La manera en como el sistema permite registrar la huella del docente es la siguiente:

Una vez el docente ingrese su huella en la vista de bienvenida por medio lector biométrico del software de SISTEMA DE CONTROL Y ASISTENCIA DE DOCENTE El sistema verificará en la tabla *docente* si existe un registro previo de esta asociado a un *id o identificador* de alguno de los docentes que se encuentren registrados en la base de datos, de no tener ningún docente relacionado con ese registro, el sistema automáticamente lo enviara a la sección *lector* donde podrá proceder a realizar la relación con el *id* de algún docente que haya sido registrado desde el software SISTEMA GESTOR DE BASE DE DATOS.

Para poder realizar esa relación el docente deberá digitar su *Id o número de identificación* en el campo de búsqueda y el sistema verificará en la tabla *docente* si ya se ha registrado a alguien con ese *id* y una vez lo encuentre y note que ese *id* no cuenta con registro de huella asociada, mandara un mensaje informando de esa situación y de manera inmediata habilitara el lector de huellas nuevamente para que el docente ingrese su huella 4 veces para armar la digitalización de la misma y guardarla en el campo *huella* de la tabla *docente*.

Pero si al momento en el que el docente ingresa su huella y el sistema verifica que existe un registro previo de la misma y también está asociada a un *id* de los registros en la tabla *docente* el sistema permitirá al docente hacer su registro de asistencia.

En el registro de asistencias juegan un papel importante varias consultas SQL. Y su implementación permite al sistema evaluar ciertas condiciones que se deben cumplir para que se realice con éxito el proceso de registro de asistencias.

Estas consulta podrán utilizarse cuando el sistema haya permitido al docente proceder a diligenciar el proceso de registro de asistencias, y su trabajo consiste en consultar la información del docente, la información de la asignatura y el contenido programático

desarrollara el docente ese día en específico, la consulta se hará por medio de la tabla *carga académica* que contendrá la información que se le proporcionara desde el software de SISTEMA GESTOR DE BASE DE DATOS y que además tiene asociada las tablas *periodoAcadémico*, *Registro Asistencia*, *Docente* y *Asignatura* y esta a su vez está asociada a las tablas *PlanCurso* y *Programa* que también tendrán la información que se le proporcionara por medio del software SISTEMA GESTOR DE BASE DE DATOS; y para ello se hace uso del *id o número de identificación* del docente (*tabla docente*) que hará el registro, para averiguar el nombre de la asignatura (*tabla asignatura*) que tiene relación con ese número de identificación.

A su vez el sistema verificará el día en que se consultó el *id* del docente y buscará entre todas las asignaturas que tiene asociada ese *Id* para impartir en todo el semestre a los distintos cursos, las asignaturas que tiene asociadas para ese día. Enseguida el sistema verificara si la hora en la que se hizo esa consulta se encuentra entre los rangos de horas que tienen asignadas las distintas asignatura resultantes en los atributos *horainicio* y *horafinal* (*tabla carga académica*) y así el sistema sabrá qué asignatura tiene que impartir ese docente para ese día y a esa hora.

Una vez el sistema identifique la asignatura que el docente debe impartir ese día, este deberá validar otra condición la cual verifica que el docente no haya registrado su asistencia correspondiente a esa asignatura ese día.

Si el sistema al momento de evaluar esa condición descubre que el docente no ha ingresado su registro de asistencia para esa asignatura, entonces el sistema procederá a extraer toda la información del docente y de la asignatura de la base de datos para que el docente los pueda observar y verificar los datos.

Los datos que tendrá que extraer el sistema son:

Nombre del docente (tabla docente), huella del docente (tabla docente), nombre asignatura (tabla asignatura), Id asignatura (tabla asignatura), semestre (tabla asignatura), nombre programa (tabla programa), facultad (tabla facultad), sede (tabla sede) hora inicio, hora final, día (tabla carga académica), tema y semana (plan de curso), aula (tabla carga académica), bloque (tabla carga académica).

Y esos mismos datos serán mostrados al docente y este podrá finalizar con el registro de asistencia.

14. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

Con base en el resultado de las treinta y cuatro (34) encuestas realizadas, se evidencia que:

- El 97.1% de las personas encuestadas afirman y dan constancia de que conocen la existencia del formato FDOC-084 y que conocen el procedimiento asociado obligatorio que este implica para el proceso de asistencia de docentes.
- El 82.4% de la población encuestada considera pertinente diligenciar el formato FDOC-084 como constancia del control de asistencia de los docentes y así mismo consideran que diligencian dicho formato de la mejor manera, mientras que el 17.6% no opinan lo mismo.
- En cuanto a que, si piensa que cumplen adecuadamente con el plan de desarrollo académico de las asignaturas a su cargo, el 100% de los encuestados dijeron que sí.
- A la pregunta ¿Ha dejado de diligenciar el formato de control de asistencia de actividades académicas?, El 38.2% de los encuestados dijeron que por algún motivo, razón o circunstancia han dejado de hacerlo.
- A la pregunta ¿es usted puntual al momento de diligenciar el formato FDOC-084?, El 50% de los encuestados dijeron que por algún motivo, razón o circunstancia no lo es. De los cuales el 32.8% se retrasa algunas veces, el 11.8% se retrasa casi siempre y el 5.8% se retrasa siempre.
- En cuanto a que, si piensa que es conveniente elaborar y utilizar un sistema automatizado para el control de asistencia de docentes, el 76.45% de los encuestados dijeron que sí, el 23.55% consideran que no se le debe hacer cambio al sistema actual.

PRUEBAS DEL SOFTWARE SISTEMA DE CONTROL Y ASISTENCIA DE DOCENTE

Este software está compuesto por 5 sesiones dentro de las cuales tenemos:

- **INICIO:** Es la principal interfaz que ve el usuario, donde aquí se le indica al usuario que coloque su huella en el dispositivo para su identificación dentro del sistema.

Una vez el docente ingrese su huella el sistema verificará si esta está relacionada con algún docente registrado en la base de datos.

Si al verificar que la huella no cuenta con ninguna asociación con ningún docente de la base de datos, el software nos redirigirá automáticamente a la sección **LECTOR**, pero si este encuentra una asociación de la huella con algún docente de la base de datos, entonces nos redirigirá automáticamente a la vista **ASISTENCIA**.

Ilustración 8. Inicio



—Fuente: Elaboración Propia

- **SECCION LECTOR:** Esta es la interfaz que se le mostrara al usuario si el usuario no tiene una huella registrada en el sistema, aquí el podrá solicitar el registro de la misma para quedar identificado dentro del sistema.

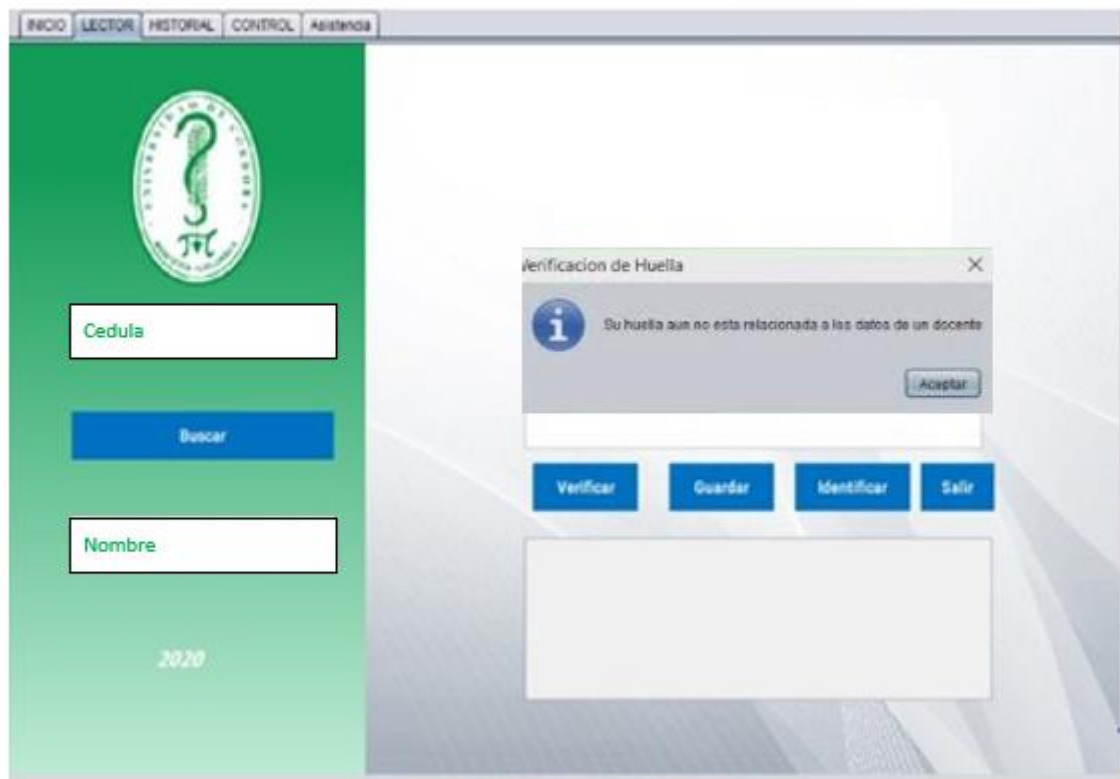
Ilustración 9. Sección Lector

The screenshot shows a web application interface. On the left, there is a green sidebar containing a circular logo with a question mark and the letters 'M'. Below the logo are two input fields labeled 'Cedula' and 'Nombre', a blue button labeled 'Buscar', and the year '2020'. The top of the sidebar has a navigation bar with tabs: 'INICIO', 'LECTOR', 'HISTORIAL', 'CONTROL', and 'Asistencia'. The main content area on the right has a large white box, a search input field, four blue buttons labeled 'Verificar', 'Guardar', 'Modificar', and 'Salir', and a large empty box at the bottom.

–Fuente: Elaboración Propia

SECCION LECTOR (*MENSAJE*): cuando el software verifique que no existe asociación de la huella con ningún docente registrado en la base de dato, este nos redirija a la sección LECTOR y no mostrara el siguiente mensaje.

Ilustración 10. Sección Lector mensaje

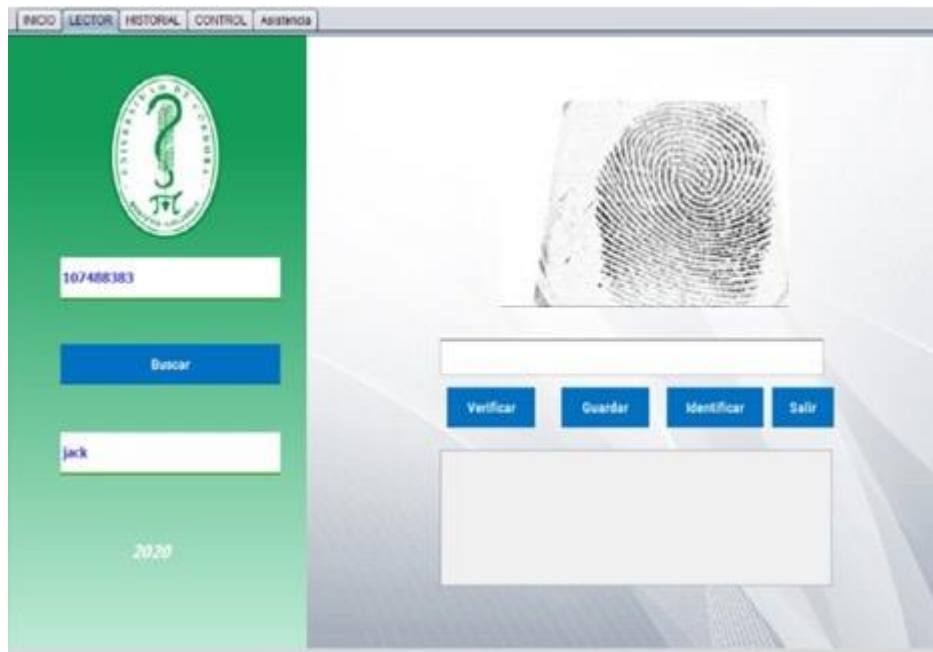


—Fuente: Elaboración Propia

Y cuando el docente haga click en el botón **aceptar**, entonces el docente podrá comenzar con el proceso de registro de la huella.

Para realizar el registro de la huella el docente debe ingresar su número de cedula en el campo de búsqueda **cedula** y cuando el software encuentre el registro asociado a ese id o cedula entonces el docente ya podrá guardar la asociación a esa huella.

Ilustración 11. Sección Lector registro de huella



—Fuente: Elaboración Propia

- **SECCION ASISTENCIA:** Esta interfaz se mostrara una vez el sistema encuentre una asociación de la huella con algún docente que tenga registro en la base de datos y a su vez, en esta interfaz se podrá observar toda la información del docente, la información de la asignatura que impartirá el docente ese día y la información del contenido programático.

Ilustración 12. Sección Asistencia

[PRIO](#) | [LECTOR](#) | [HISTORIAL](#) | [CONTROL](#) | [Asistencia](#)

CC:
 Nombre:
 Asignatura:
 Código:


Semestre:
 Programa:
 Facultad:
 Sede:

Grupo:
 Aula:
 Día:
 Hora Inicio:
 Hora Final:

¿Que desarrollara hoy en clase?

Unidad	Tema
III	III

[Registrar Asistencia](#)



Utilizando el Lector de Huella Dactilar
 El Sensor de Huella Digital está Activado o Conectado
 No se está usando el Lector de Huella Dactilar
 Utilizando el Lector de Huella Dactilar
 El Sensor de Huella Digital está Activado o Conectado
 El dedo ha sido colocado sobre el Lector de Huella
 La Huella Digital ha sido Capturada
 El dedo ha sido quitado del Lector de Huella

–Fuente: Elaboración Propia.

15. CONCLUSIONES.

A pesar de que el sistema no se pudo colocarse a prueba en la universidad de Córdoba en su sede de Lorica como estaba previsto, debido a la actual situación del país relacionado con el virus Covid-19, el sistema fue puesto a prueba bajo circunstancias altamente controladas las cuales no permitió llegar a las siguientes conclusiones sobre el proyecto de investigación en general como también conclusiones específicas del software SISTEMA DE CONTROL Y ASISTENCIA DE DOCENTE:

- El sistema de control de asistencia utilizando el lector de huella digital resulta ser una gran herramienta ya que permite la automatización del proceso de toma de asistencia de la universidad de Córdoba en su sede de Lorica, además da cumplimiento de manera efectiva a la política de cero papeles prometida al inicio de este proyecto de investigación. Ya que una de la razones por las que 17.6% de la personas encuestadas no considera pertinente diligenciar el formato FDOC-084 es que al momento diligenciar el formulario cometen errores ortográfico, dañan el papel y lo que para ello es peor, deben estar al pendiente de los documentos de asistencias que han diligenciado durante todo el semestre para que no se extravíen. Adicionalmente al estar automatizado todo el proceso se podrá enviar el reporte de asistencias totales de los docentes de manera cien por ciento virtual.
- La velocidad de respuesta del software SISTEMA DE CONTROL Y ASISTENCIA DE DOCENTE es de aproximadamente 500 milisegundos o 0.5 segundo para realizar una consulta dentro de 200 registros y aproximadamente entre 700 milisegundos y 1000 milisegundos (1 segundo) dentro de 1000 registros.

16. RECOMENDACIONES.

- La aplicación no impide al cien por ciento el incumplimiento de los procesos asociados al formato de control de asistencias, pero si ayuda a mitigar la incidencia a fallos que se presentan en relación a este. Por eso es necesario seguir corrigiendo las irregularidades que se vayan presentando en el proceso de implementación de este sistema para ir construyendo una herramienta más compacta que permita asegurar el cumplimiento de los procesos académicos.
- Implementar el lector de firma digital para complementar el software final de esta tesis.
- Crear una aplicación móvil para realizar el registro de asistencias que funcione únicamente cuando la aplicación de escritorio tenga fallas o no haya fluido eléctrico.
- Si el lector de huella llegase a dañarse se debe adquirir otro con las mismas especificaciones y el mismo modelo ya que este sistema solo está configurado para trabajar con el JDK y/o controlador de ese modelo comercial.

17. BIBLIOGRAFÍA.

- ✓ Wikipedia. (21/10/2019). Wikipedia.: Biometría. Recuperado de <https://es.wikipedia.org/wiki/Biometr%C3%ADa>
- ✓ Unilibre. (2017). Repositorios Universidad Libre.: sistema de identificación mediante huella digital para el control de accesos a la universidad libre sede bosque popular simulado en un entorno web. Recuperado de https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10557/Proyecto%20de%20grado%20Daniel%20Felipe%20Monta%C3%B1a%20Duque.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR0rRY_DeccOTolwgA9ywp9MTyP6JzIOFJbMoBEkaEwRm-z4oGqA8-MxN2s
- ✓ Udistrital. (16/04/2017). Repositorio Udistrital.: B SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO POR BIOMETRÍA. Recuperado de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/7502/1/MarquezMorenoIngridJulieth2017Ni%C3%B1oGarzonMichaelJohanes2017.pdf>
- ✓ Maria Laura Irigoitia (2016). IUA.: Análisis, Diseño e Implantación de Firma Digital en Documentos Electrónicos. Recuperado de https://rdu.iua.edu.ar/bitstream/123456789/1144/1/Proyecto%20de%20Grado_Maria%20Laura%20Irigoitia.pdf
- ✓ Registraduría nacional del estado civil Colombiano (2016). El AFIS, pilar de la biometría.: sistema de automatización de identificación dactilar, AFIS. Recuperado de <https://wsr.registraduria.gov.co/El-Afis-pilar-de-la-biometria.html>
- ✓ Sistemas biométricos SISBICOL El AFIS, sistemas biométricos, SISBICOL. Recuperado de <http://sistemasbiometricos.obolog.es/>

- ✓ Cantillana. F, Inestroza. V, Sistema de control de asistencia de personal de la Universidad del Bío-Bío, Universidad del Bio – Bio, Chile, Chillan 2016.
- ✓ Alvis Bettin, Alvaro Simón, Vega Vásquez, Miller Haseen (2018).repositorio unicordoba.: Desarrollo de un software para el registro de visitas a pacientes en el hospital del Municipio de Sahagún, haciendo uso de sistemas biométricos. Recuperado de <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/732>
- ✓ Huella dactilar. (2019). Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Huella_dactilar
- ✓ Interpol. (2019). Un Identificador único. Recuperado de <https://www.interpol.int/es/Como-trabajamos/Policia-cientifica/Huellas-dactilares>
- ✓ Victor Sarzuri Flores. (2014). Revista del posgrado en Informática Revistas Bolivianas.: Algoritmo de Clasificación de Huellas Dactilares Basado en Redes Neuronales Función Base Radial. Recuperado de http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S3333-77772014000100021&lng=es&nrm=iso
- ✓ CesareRagazzi. (2019). CesareRagazzi.: Cabello y Cuero cabelludo. Recuperado de <https://www.cesareragazzi.com/es/glaacutendulas-sebaacuteceas>
- ✓ Poros. (2019): Poros (anatomía). Recuperado de [https://es.wikipedia.org/wiki/Poro_\(anatom%C3%ADa\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Poro_(anatom%C3%ADa))
- ✓ Biología humana. (2013). Viaje al interior.: Glándulas sebáceas. Recuperado de <http://biologiahumanacuerpohumano.blogspot.com/2013/04/glandulas-sebaceas.html>
- ✓ UIT. (2001).UIT-T X.: Redes de datos, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad. Recuperado de <https://www.itu.int/rec/T-REC-X/es>
- ✓ Normas ISO. (2014).ISOTOOLS.: Sistemas de gestión normalizados. Recuperado de <https://www.isotools.org/normas/>

ANEXOS

Anexo 1. Formato de control de asistencia y actividades académicas docentes

CONTROL DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS					
FACULTAD	Ingeniería	PROGRAMA	Sistemas	CODIGO DEL CURSO	411073
DEPARTAMENTO	Sistemas y Telecomunicaciones	CURSO	1.ª	PROFESOR	Mano Marea
Nº	CONTENIDOS DESARROLLADOS	FECHA DD/MM/AAAA	HORA	AULA	FIRMA DOCENTE
1	Paradigma de Programación	1/04/2019	11:00 am	2:00 pm	[Firma]
2	Programación Orientada a Objetos	8/04/2019	11:00 am	2:00 pm	[Firma]
3	Clase-Actividad-Métodos-Dominio	29/04/2019	11:00 am	2:00 pm	[Firma]
4	Examen sobre Implementación de Métodos	6/05/2019	11:00 am	2:00 pm	[Firma]
5	Parcial N.º 1	13/05/2019	11:00 am	2:00 pm	[Firma]
6	Selección Selectiva	20/05/2019	11:00 am	2:00 pm	[Firma]
7	Selección Simple y Compleja	27/05/2019	11:00 am	2:00 pm	[Firma]
8	Selección Algoritmo	3/06/2019	11:00 am	2:00 pm	[Firma]
9	Selección Algoritmo	10/06/2019	11:00 am	2:00 pm	[Firma]
10	Examen en Clase	17/06/2019	11:00 am	2:00 pm	[Firma]
11	Parcial N.º 2 sobre Selección	24/06/2019	11:00 am	2:00 pm	[Firma]
12	Examen Algoritmo - Compleja	1/07/2019	11:00 am	2:00 pm	[Firma]
13	Taller Virtual	22/07/2019	11:00 am	2:00 pm	[Firma]
14	Sustentación	29/07/2019	11:00 am	2:00 pm	[Firma]
15	Examen Final	5/08/2019	11:00 am	2:00 pm	[Firma]
16					
17					
18					

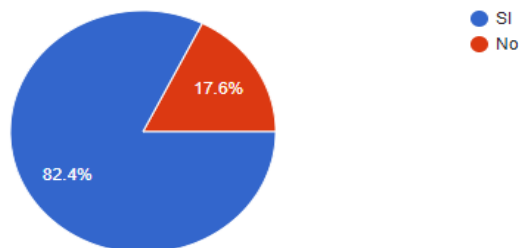
VBº JEFE DE DEPARTAMENTO O COORDINADOR DE PROGRAMA DE POSTGRADO

-Fuente: Universidad de Córdoba.

Anexo 2. Primera pregunta de encuesta

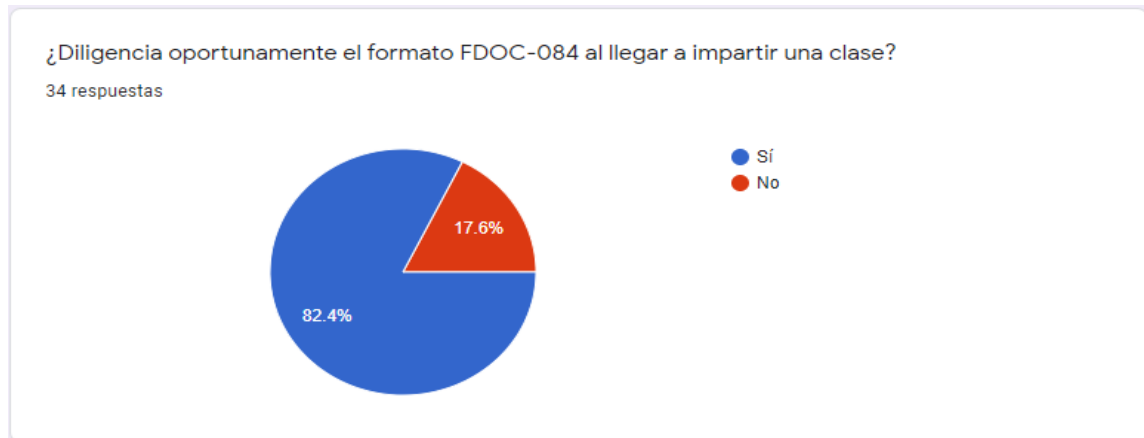
¿Considera pertinente el diligenciamiento del formato FDOC-084 , como herramienta de control para el desarrollo del contenido de un curso y asistencia del docente?

34 respuestas



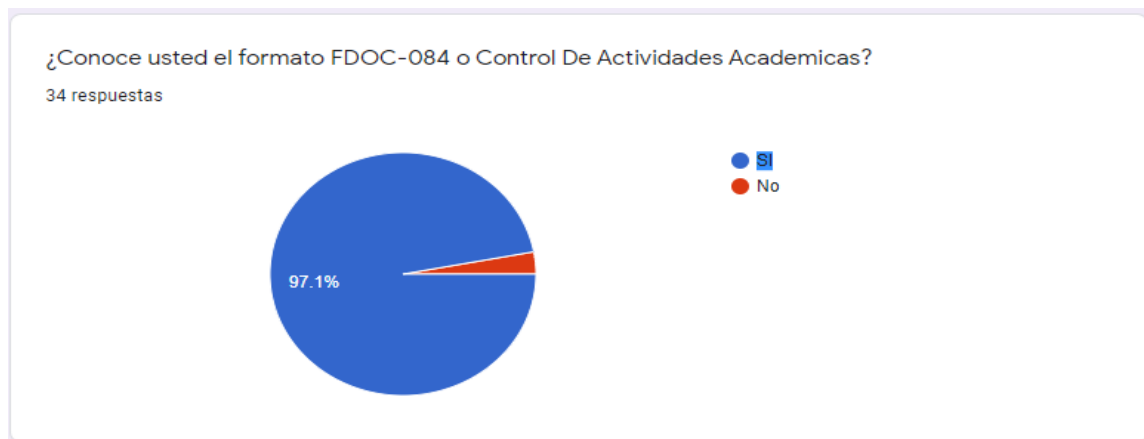
–Fuente: Elaboración propia en colaboración de compañeros de tesis complementaria “sistema de control de asistencia y seguimiento académico a docente en la universidad de Córdoba mediante el uso de firma digital y reconocimiento dactilar”

Anexo 3. Segunda pregunta de encuesta



–Fuente: Elaboración propia en colaboración de compañeros de tesis complementaria “sistema de control de asistencia y seguimiento académico a docente en la universidad de Córdoba mediante el uso de firma digital y reconocimiento dactilar”

Anexo 4. Tercera pregunta de encuesta



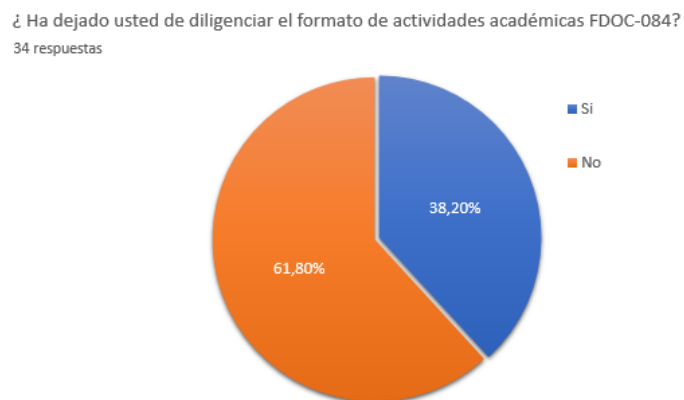
–Fuente: Elaboración propia en colaboración de compañeros de tesis complementaria “sistema de control de asistencia y seguimiento académico a docente en la universidad de Córdoba mediante el uso de firma digital y reconocimiento dactilar”

Anexo 5. Cuarta pregunta de encuesta



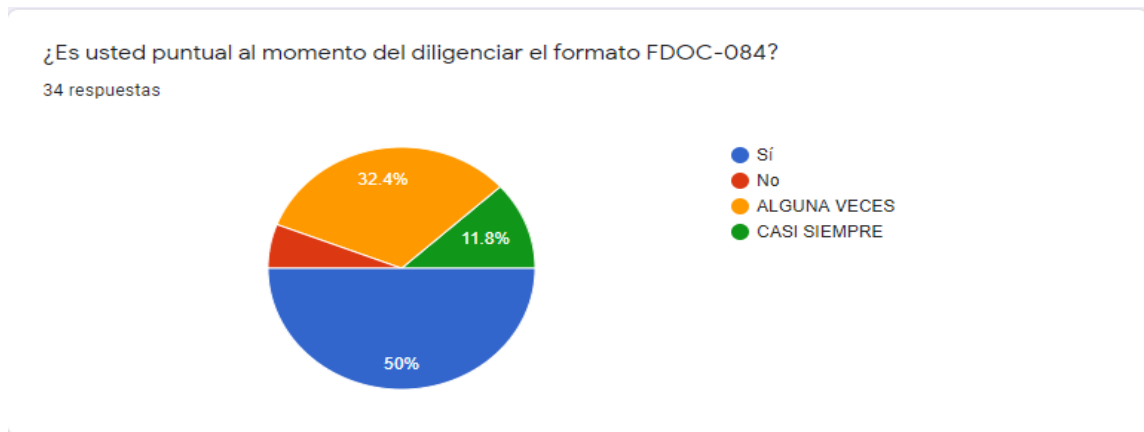
—Fuente: Elaboración propia en colaboración de compañeros de tesis complementaria “sistema de control de asistencia y seguimiento académico a docente en la universidad de Córdoba mediante el uso de firma digital y reconocimiento dactilar”

Anexo 6. Quinta pregunta de encuesta



—Fuente: Elaboración propia en colaboración de compañeros de tesis complementaria “sistema de control de asistencia y seguimiento académico a docente en la universidad de Córdoba mediante el uso de firma digital y reconocimiento dactilar”

Anexo 7. Sexta pregunta de encuesta

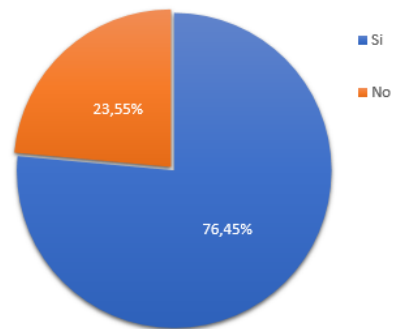


—Fuente: Elaboración propia en colaboración de compañeros de tesis complementaria “sistema de control de asistencia y seguimiento académico a docente en la universidad de Córdoba mediante el uso de firma digital y reconocimiento dactilar”

Anexo 8. Séptima pregunta de encuesta

¿ Cree usted conveniente la elaboración y utilización de un sistema de control De actividades y seguimiento al plan de desarrollo académico?

34 respuestas



—Fuente: Elaboración propia en colaboración de compañeros de tesis complementaria “sistema de control de asistencia y seguimiento académico a docente en la universidad de Córdoba mediante el uso de firma digital y reconocimiento dactilar”